

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Умный дом: дистанционное управление светом

УДК 628.973.1-519:004.382.76

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Рогова Ксения Александровна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Симанкин Федор Аркадьевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева Ирина Ивановна	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Арышева Галина Владиславовна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК(У)-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
ОПК(У)-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
ОПК(У)-4	Готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;

ОПК(У)-5	Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;
ОПК(У)-6	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
ОПК(У)-7	Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;
ОПК(У)-8	Способность использовать нормативные документы в своей деятельности;
ОПК(У)-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
ПК(У)-2	Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ПК(У)-3	Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
ПК(У)-4	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов
ПК(У)-5	Готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК(У)-6	Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
ПК(У)-7	Способность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ В.С. Иванова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Рогова Ксения Александровна

Тема работы:

Умный дом: дистанционное управление светом	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25-15/с от 25.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом проектирования – устройство дистанционного управления светом. Цель проектирования – разработка устройства дистанционного управления освещением; программирование радиовыключателя и блока управления.
--	---

	Ожидаемые результаты – готовый рабочий макет проектируемого устройства.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор литературы предметной области; Разработка структурной схемы; Выбор компонентов для проектируемого устройства; Разработка принципиальных электрических схем; Создание интерфейса между пользователем и устройством; Написание раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; Написание раздела «Социальная ответственность».
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схема электрическая принципиальная радиовыключателя ФЮРА.464116.031 ЭЗ; Схема электрическая принципиальная блока управления ФЮРА.464333.031 ЭЗ;
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Симанкин Федор Аркадьевич	К.Т.Н.		01.02.21

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Рогова Ксения Александровна		01.02.2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2021	Раздел 1. Обзор литературы по решению дистанционного управления светом	14
25.03.2021	Раздел 2. Объект и методы исследования	15
15.04.2021	Раздел 3. Расчеты и аналитика	15
05.05.2021	Раздел 4. Результаты проведенной разработки	14
17.05.2021	Раздел 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	14
26.05.2021	Раздел 6. Социальная ответственность	14
06.06.2021	Оформление ВКР	14

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Симанкин Федор Аркадьевич	К.Т.Н.		01.02.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова В.С.	К.Т.Н.		01.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Рогова Ксения Александровна

Школа	ИШНКБ	Отделение школы	ОЭИ
Уровень образования	бакалавриат	Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта не более 650 000 рублей. В реализации проекта задействованы два человека: научный руководитель, студент.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с нормами и нормативными расходования материалов: ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов». ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность».
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30 % от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	– Потенциальные потребители результатов НИ; – Анализ конкретных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	– Определение трудоемкости выполнения работ; – Расчет материальных затрат НИ; – Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; – Отчисления во внебюджетные фонды; – Накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	– Расчет уравнений эффективности НИ; – Расчет уравнений сравнительной эффективности НИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		27.02.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Рогова Ксения Александровна		27.02.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1А7Б	Рогова Ксения Александровна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Тема ВКР:

Умный дом: дистанционное управление светом	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – устройство дистанционного управления светом. Рабочая зона – научная лаборатория с вытяжкой. Технологический процесс включает в себя следующие виды работ: работа с электрооборудованием, паяльной станцией, припоем, флюсом. Области применения – система управления освещением помещений или участков территории.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.4.299-2015 и ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) Законодательные и нормативные документы по теме: ГОСТ 12.2.032-78 ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.007-76 ГОСТ 12.1.029-80 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.045-84 ГОСТ 12.4.011-89 СП 51.13330.2011 СП 52.13330.2016 СанПиН 1.2.3685-21 Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2013 ГОСТ Р 22.0.01-2016
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: – Шум; – Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего: плохое самочувствие работника, потеря

	<p>концентрации внимания работниками, умственное перенапряжение, стереотипные рабочие движения, рабочая поза;</p> <ul style="list-style-type: none"> – Освещенность; – Микроклимат; – Вредные вещества – выделяются при работе с паяльной станцией. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Поражение электрическим током; – Короткое замыкание; – Статическое электричество; – Термические ожоги.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Выброс вредных веществ в атмосферу; – Утилизация отходов люминесцентных ламп, макулатуры, бытового мусора, при пайке микросхем оборудования и периферийных устройств.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара.</p> <p>Профилактические мероприятия и требования к безопасности и меры по ликвидации её последствий:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, пожарного крана и пожарного щита; – Обеспечение средствами индивидуальной защиты; – Организационная эвакуация работников.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		01.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А7Б	Рогова Ксения Александровна		01.03.2021

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 101 страницу, 21 рисунок, 17 таблиц, 30 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: дистанционное управление, освещение, радиовыключатель, блок управления, радиосигнал, Wi-Fi модуль.

Объектом исследования является устройство дистанционного управления светом.

Цель работы – разработка устройства дистанционного управления освещением, программирование радиовыключателя и блока управления.

В процессе исследования проводилось изучение программной среды Arduino IDE 1.8.12. Схема электрическая принципиальная выполнена в САПР Altium Designer 17.

В результате исследования разработаны принципиальные электрические схемы радиовыключателя и блока управления, программный код для устройства дистанционного управления светом.

Степень внедрения: рабочий прототип устройства, ведется тестирование.

Область применения устройства – система управления освещением помещений или участков территории.

В будущем планируется добавление управляющих функций, например, добавление управления кондиционером с помощью данного устройства.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021);

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;

Специальная оценка условий труда в Томском политехническом университете, 2019;

СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»;

ТИ Р М-075-2003 «Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником»;

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;

ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»;

ГОСТ Р 55102-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов»;

ГОСТ Р 52105-2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения»;

ГОСТ Р 55090-2012 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги»;

ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения»;

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»

СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования»;

НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях».

В настоящей работе использованы следующие обозначения и сокращения:

ПДУ – пульт дистанционного управления;

ИК – инфракрасный;

НТИ – научно-техническое исследование;

ОС – основные средства;

ТПУ – Томский политехнический университет;

ПК – персональный компьютер;

ЭВМ – электронно-вычислительная машина;

КЗ – короткое замыкание;

ВКР – выпускная квалификационная работа;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЭЭС – электроэнергетическая система.

Оглавление

Введение	19
1 Обзор литературы по решению дистанционного управления светом.....	20
1.1 Обзор существующих устройств и схем	20
1.1.1 Управление с помощью Wi-Fi.....	20
1.1.2 Управление с помощью ПДУ	21
1.1.3 Управление с помощью датчика звука и движения	23
1.1.4 Управление с помощью датчиков освещенности	23
1.1.5 Управление с беспроводного устройства.....	24
1.2 Сравнение существующих схем.....	25
1.3 Выбор схемы для проектирования	26
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Структурные схемы радиовыключателя и блока управления	27
2.2 Выбор компонентной базы	28
2.2.1 Компонентная база для радиовыключателя	28
2.2.1.1 Модуль приемника/передатчика.....	28
2.2.1.2 Микроконтроллер	29
2.2.1.3 Элемент питания.....	30
2.2.1.4 Тактовая кнопка.....	31
2.2.2 Компонентная база для блока управления	31
2.2.2.1 Элемент питания.....	31
2.2.2.2 Микроконтроллер с Wi-Fi.....	32
2.2.2.3 Исполнительное реле	33
3 Расчеты и аналитика	35

3.1 Программирование радиовыключателя	35
3.2 Программирование блока управления	35
3.3 Подключение Wi-Fi модуля к смартфону	36
3.3.1 Настройка Wi-Fi сетей	36
3.3.2 Связь по протоколу MQTT	37
3.3.3 MQTT сервер	38
3.3.4 Приложение на Android	38
3.3.5 Соединение с MQTT-сервером	38
3.3.6 Сервер, порт, авторизация	39
3.3.7 Префикс	40
3.3.8 Добавление кнопок в приложении MQTT Dash	41
4 Результаты проведенной разработки	42
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	46
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	47
5.1.3 SWOT – анализ	49
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	52
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	52
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	54
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	55
5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	56
5.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	56

5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	58
5.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	59
5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	62
5.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	63
5.2.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки	64
5.2.4.7 Контрагентные расходы	64
5.2.4.8 Накладные расходы	64
5.2.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	65
5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	66
6 Социальная ответственность	71
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	71
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	72
6.2 Производственная безопасность	73
6.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	73
6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	75
6.3 Экологическая безопасность	80
6.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду.....	80
6.3.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.....	80
6.3.3 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	81

6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
	Заключение	83
	Список используемых источников.....	84
	Приложение А Схема электрическая принципиальная радиовыключателя ФЮРА.464116.031 ПЭЗ	89
	Приложение Б Схема электрическая принципиальная блока управления ФЮРА.464333.031 ПЭЗ	90
	Приложение В Перечень элементов радиовыключателя ФЮРА.464116.031 ЭЗ	91
	Приложение Г Перечень элементов блока управления ФЮРА.464333.031 ЭЗ ...	92
	Приложение Д Код для радиовыключателя.....	93
	Приложение Е Код для блока управления.....	95
	Приложение Ж Временные показатели проведения научного исследования	98
	Приложение И Календарный план-график проведения НИОКР.....	101

Введение

Массовое производство различных модулей дистанционного управления давно перевела их из сектора экзотики в сектор товаров широкого потребления.

Больше не нужно тянуть километры электропроводки и думать, что делать если надо добавить группу освещения, а отделка уже закончена. Не требует прокладки электропроводки до выключателей, коммутации и установки распаянных коробок.

Устройство создано для удобства жильцов, особенно полезно для пожилых и людей с ограниченными возможностями. Если помещение большое, ходить к традиционному выключателю не придется – достаточно положить пульт рядом и регулировать освещение.

Актуальность данной темы заключается в том, что в современном мире все обслуживание облегчается, тем самым дистанционное управление светом поможет людям без прикладывания каких – либо сил управлять освещением в доме, в гараже или в другом помещении, также это будет необходимо для пожилых людей и для людей с особенностями.

Целью работы является разработать устройство дистанционного управления светом.

В результате проектирования ожидается получение готового устройства дистанционного управления освещением.

1 Обзор литературы по решению дистанционного управления светом

1.1 Обзор существующих устройств и схем

За последний период времени дистанционное управление осветительными приборами приобретают еще большую актуальность.

Основными преимуществами использования данной технологии являются: экономия ресурсов, эффективная эксплуатация инженерных систем дома, повышение комфорта и безопасность.

На современном рынке уже существуют множество различных схем дистанционного управления освещением, таких как, управление с помощью Wi-Fi модуля, управление с помощью ПДУ, управление с помощью датчиков движения и звука и др.

1.1.1 Управление с помощью Wi-Fi

Выключатель можно сделать так, чтобы он работал как обычный (т.е. обычно закреплен на стене) и в то же время можно было бы управлять им через Wi-Fi (или через Интернет, как это сделано в данном случае) [1].

Схема подключения представлена на рисунке 1.

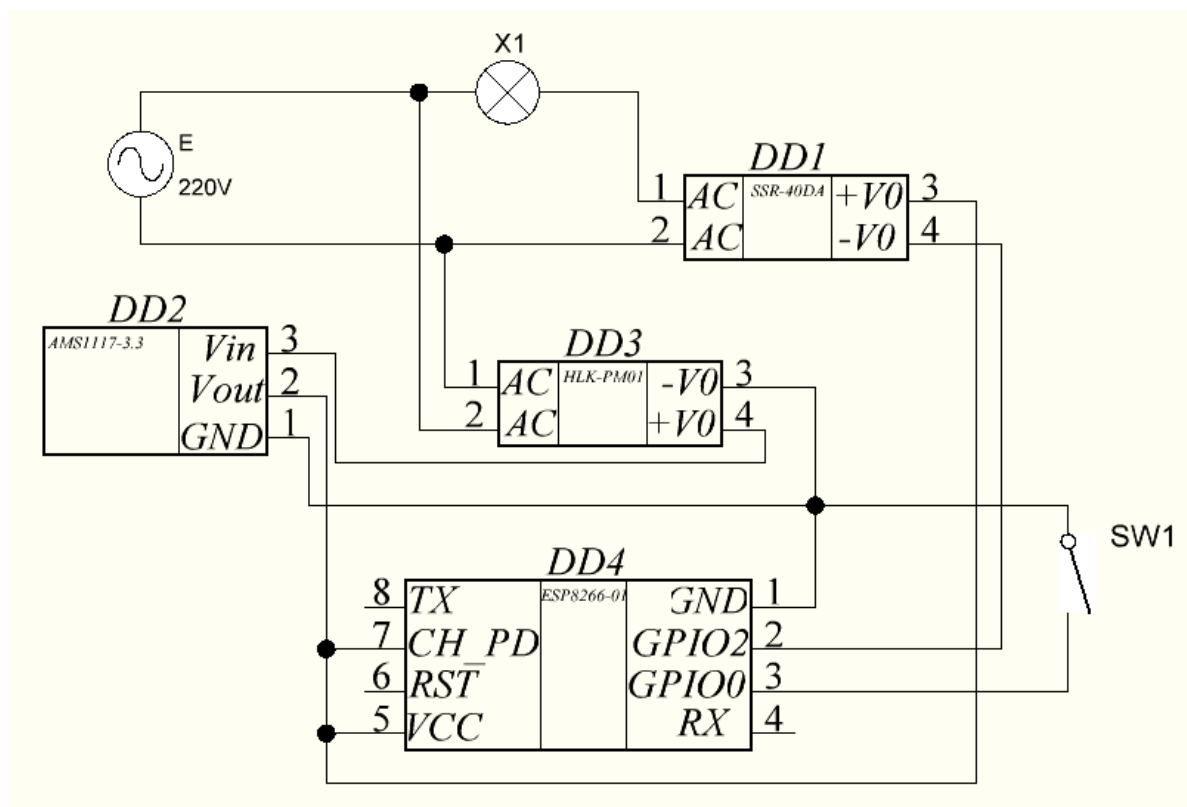


Рисунок 1 – Схема подключения управления освещением с помощью Wi-Fi [1]

Итак, стоимость комплектующих элементов составляет примерно 1765 рублей.

Принцип работы данной схемы основан на включение/выключение лампы с помощью Wi-Fi модуля ESP8266-01. С Web-сервера от пользователя поступает сигнал о включении/выключении света, после Wi-Fi модуль направляет сигнал на твердотельное реле SSR-40DA с помощью которого лампа включается или выключается, в зависимости от поступившего сигнала. Данная схема питается от адаптера HLK-PM01, который преобразует напряжение 220 В в 5 В, после чего питание понижается с 5 В на 3,3 В с помощью AMS1117-3.3.

1.1.2 Управление с помощью ПДУ

Для управления выключателем с помощью пульта дистанционного управления нужно собрать приемник ИК [2].

Приемник ИК — команд пульта дистанционного управления для управления бытовой техникой может быть легко сделан с применением

десятичного счетчика CD4017, таймера NE555 и инфракрасного приемника TSOP1738.

Используя эту схему ИК приемника, можно с легкостью управлять своей бытовой техникой с помощью пульта от телевизора, DVD-плеера.

Схема подключения представлена на рисунке 2.

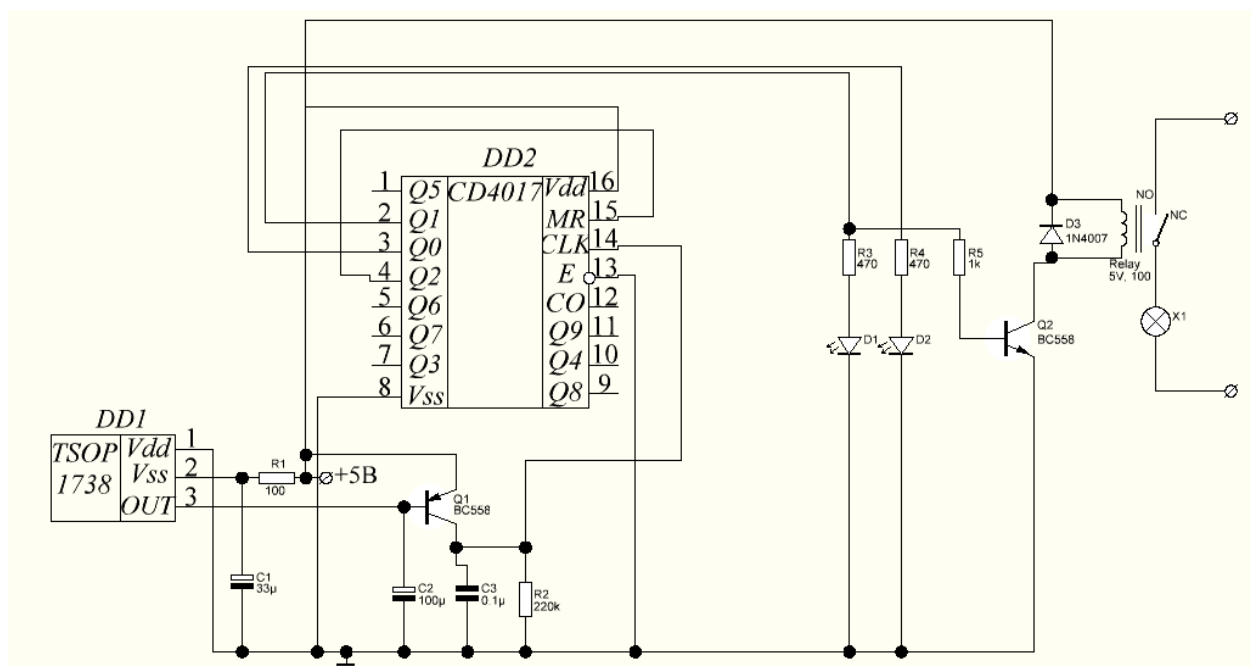


Рисунок 2 – Схема подключения приемника ИК для дистанционного управления [2]

Итак, стоимость комплектующих элементов составляет примерно 536 рублей.

Принцип работы данной схемы основан на включении/выключении лампы с помощью ПДУ. Давайте предположим, счетчик совершил сброс (Q0 высокий уровень, а остальные низкий). При нажатии на кнопку ПДУ, тактовый сигнал воздействует на счетчик, что приводит к появлению высокого уровня на Q1. Таким образом, LED D1 светится, транзистор Q2 включается и активируется реле.

Когда нажимают кнопку ПДУ, на выводе Q0 появляется лог 1, реле отключается и LED D2 загорается [2].

1.1.3 Управление с помощью датчика звука и движения

В статье [3] описывается реализация централизованного подхода к организации системы управления «Умный дом».

Для реализации потребовались микроконтроллер, датчики звука и движения (в каждое помещение), несколько реле и фоторезистор. Была использована плата Arduino Uno, датчики движения HC-SR501, акустические модули KY-037 и светочувствительный модуль с фоторезистором KY-018.

В качестве активирующих устройств (исполнительных механизмов) в системе используются одноканальные релейные модули KY-019. Релейные модули выполняют полученные от микроконтроллера команды и управляют подключенными нагрузками, замыкая и размыкая электрическую цепь. Поэтому, помимо подключения к шине данных, они должны быть подключены к линии питания 220 В. В определенные точки помещений были установлены датчики для автономного управления системой.

Реализован макет системы «Умный дом» на плате Arduino Uno и разработан алгоритм управления на основе парсинга get-запросов. Разработанный макет работает не только в домашней локальной сети, но также корректно функционирует при обращении к нему пользователей из глобальной сети Интернет.

1.1.4 Управление с помощью датчиков освещенности

В статье [4] рассмотрена разработка системы управления домом на базе программно-аппаратной платформы Arduino.

Система управления освещением состоит из датчиков освещенности, роль которых выполняют фоторезисторы, и системы светодиодного освещения, вмонтированного в потолок каждой комнаты.

Принцип действия заключается в том, что датчики освещенности имитируют измерение освещенности каждой комнаты. Контроллер с интерфейсом Bluetooth отслеживает уровень освещенности и сравнивает его с заданным пользователем.

Если освещенность внутри комнаты ниже заданной, то выдается команда включить свет. Если выше заданной, то выключить свет, опустить шторы.

1.1.5 Управление с беспроводного устройства

В работе [5] рассматривается изобретение, относящиеся к системе освещения, которая может управляться с беспроводного устройства в зависимости от выполнения правила доступа, что беспроводное устройство определяется как находящееся в пространственной области, ассоциированной с системой освещения.

Для этого предоставлено устройство для условного разрешения беспроводному устройству управлять системой освещения, которое содержит модуль определения местоположения пользователя, сконфигурированный для определения информации местоположения пользователя, указывающей на то, сопровождает ли пользователь беспроводное устройство в области, ассоциированной с системой освещения, и модуль доступа, который конфигурируется с дополнительным правилом доступа: не разрешается управление системой освещения посредством беспроводного устройства, если информация местоположения пользователя указывает, что беспроводное устройство является не сопровождаемым пользователем.

На рисунке 3 представлена схема управления освещением с беспроводного устройства.

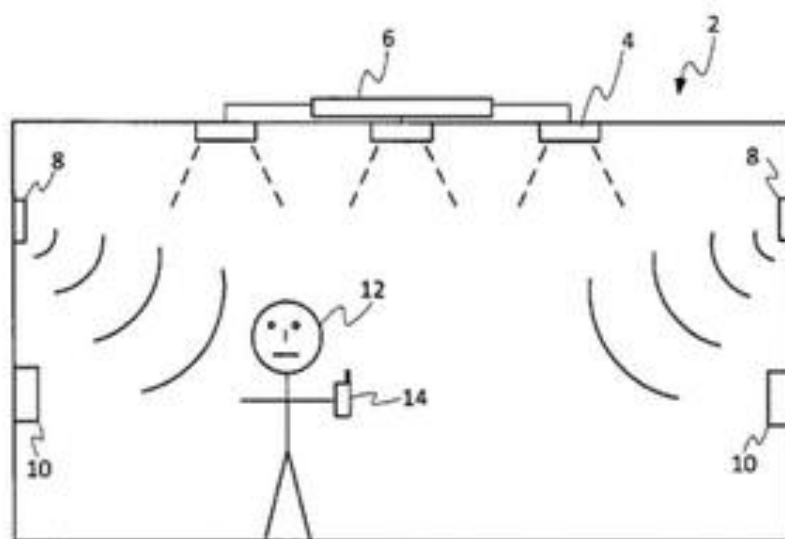


Рисунок 3 – Управление освещением с беспроводного устройства

Система освещения содержит один или более светильников 4, каждый содержащий одну или несколько ламп плюс любое соответствующее приспособление. Один или более светильников 4 управляются посредством сети 6 управления освещением. Система освещения также содержит систему определения местоположения или сеть, содержащую один или более беспроводных якорных узлов 10. Система 8 восприятия присутствия используется для подтверждения запросов от пользователя на получение доступа к сети управления освещением. Также в среде 2 имеется пользователь 12, сопровождающий беспроводное мобильное устройство 14 пользователя, например, переносящий беспроводное устройство 14 около его или ее личности или будучи расположенным в позиции, совместимой с работой устройства 14.

1.2 Сравнение существующих схем

Исследуя существующие схемы можно понять, что управление с помощью ПДУ возможно только в пределах одной комнаты, так как управляющее инфракрасное излучение должно попасть в приемник сигнала либо непосредственно с пульта, либо отражаясь от стены или окружающих предметов [6].

Недостатком управления освещением с помощью Wi-Fi является то, что бывает возможность отсутствия электроэнергии, а также выключения интернета, например, из-за неуплаты или из-за поломки в интернет соединении.

Управление с помощью датчиков звука и движения применяется тогда, когда нужно, чтобы свет включался, когда человек присутствует в комнате. Иногда данное устройство может быть неудобным, например, если в комнате ребенок засыпает, то включенный свет будет мешать.

Управление с помощью датчиков освещенности нужно для поддержания света в помещении, данное устройство будет потреблять много энергии, так как включено постоянно.

Управление с помощью беспроводного устройства происходит тогда, когда пользователь и беспроводное устройство находится в одной области, что может являться неудобным в использовании.

1.3 Выбор схемы для проектирования

Перед началом разработки устройства дистанционного управления освещением был произведен анализ существующих схем. Более удобным управление освещения будет тогда, если можно будет из любой точки квартиры, то есть сквозь стены, управлять освещением. Для этой роли пригодно управление с помощью радиосигнала, также будет добавлено управление с помощью Wi-Fi модуля.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки.

Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Темой выпускной квалификационной работы является разработка устройства дистанционного управления светом. Данное устройство предназначено для системы управления освещением как в различных помещениях, так и на участках территории.

Оно используется как для индивидуального применения, для которого приобретают или изготавливают для своего помещения или участков территории, чтобы самостоятельно использовать, так и для промышленного применения, например, для использования в лабораториях, во всех возможных организациях.

Основываясь на областях применения устройства проведена сегментация рынка, которая отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Область применения			
		Освещение квартир	Освещение участков территории	Освещение помещений в организациях	Подсветка приборов
Применение	Индивидуальное	Средний уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции	Низкий уровень конкуренции	Низкий уровень конкуренции
	Промышленное	Низкий уровень конкуренции	Средний уровень конкуренции	Высокий уровень конкуренции	Высокий уровень конкуренции

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Для сравнения были выбраны такие устройства дистанционного управления освещением, как беспроводные выключатели света HITE PRO (K1) и беспроводное управление освещением по радиоканалу от компании Negro Electronics (K2), так как они наиболее близки к разрабатываемому устройству и на данный момент являются одними из популярных устройств управления.

Сравнение проведено в форме таблицы и отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	2	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
2. Энергоэкономичность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
3. Надежность	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
4. Простота в эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
5. Функциональные возможности (предоставляемые возможности)	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
3. Цена	0,09	5	3	3	0,45	0,27	0,27
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
5. Финансирование научной разработки	0,06	3	4	4	0,18	0,24	0,24
6. Срок выхода на рынок	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
Итого	1				4,69	4,31	3,99

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле 1:

$$K = \sum B_i * B_i. \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i – го показателя.

Следовательно, конкурентоспособность разработки составила 4,69, в то время как двух других аналогов 4,31 и 3,99, соответственно. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как энергоэкономичность, цена, функциональные возможности, предполагаемый срок эксплуатации и удобство в эксплуатации.

5.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

В первом этапе для исследования внешней и внутренней среды проекта проведен SWOT-анализ (таблица 3), в котором описаны сильные и слабые стороны проекта, а также выявлены возможности и угрозы при реализации проекта, которые могут проявиться в его внешней среде.

Таблица 3 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Функциональные особенности;</p> <p>С2. Более низкая стоимость разрабатываемого устройства по сравнению с другими устройствами;</p> <p>С3. Эргономика. Устройство занимает очень мало место;</p> <p>С4. Простота в эксплуатации.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Большое количество конкурентов;</p> <p>Сл2. Длительный срок поставок комплектующих, используемые при разработки макета устройства;</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 3

<p>Возможности:</p> <p>В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В2. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Появление дополнительного спроса на продукт возможно благодаря использованию доступных технических средств разработки.</p>	<p>Повышение квалификации персонала позволит увеличить темп работы над проектом.</p> <p>Использование инновационной инфраструктуры ТПУ позволит провести необходимые дополнительные исследования при разработке устройства.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства;</p> <p>У2. Несвоевременное финансирование проекта;</p> <p>У3. Повышение стоимости компонентной базы;</p> <p>У4. Ограничения на экспорт технологии.</p>	<p>Снижение конкуренции возможно за счет простоты и удобства в эксплуатации устройства.</p> <p>Применение новых разработок и технологий позволит увеличить спрос на продукт.</p>	<p>Отсутствие спроса на новые технологии может замедлить срок выхода на рынок и понизить стоимость разработки.</p> <p>Несвоевременное финансирование проекта может отодвинуть срок выхода на рынок.</p> <p>Повышение стоимости компонентной базы приведет к падению спроса на устройство.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В таблице 4 приведена интерактивная матрица проекта, где указана степень влияния факторов друг на друга.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны				Слабые стороны	
		С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2
Возможности	В1	+	+	-	+	+	-
	В2	-	+	-	+	-	+
	В3	-	+	+	+	+	-
Угрозы	У1	+	0	-	-	+	+
	У2	-	+	-	-	-	+
	У3	+	+	+	-	0	+
	У4	-	-	-	-	+	-

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При планировании научно-исследовательской работы необходимо определить структуры работ в рамках научного исследования, участников каждой работы, установить продолжительность работ, а также построить график проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду

запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В таблице 5 представлены основные этапы работ, их содержание и исполнители.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель, студент
	2	Постановка целей и задач	Научный руководитель, студент
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка схем электрических принципиальных	Студент
	6	Подбор компонентов	Студент
	7	Написание программного кода устройства	Студент
	8	Построение макетов и проведение экспериментов	Научный руководитель, студент

Продолжение таблицы 5

Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, студент
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки к работе	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула 2:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 * t_{min\ i} + 2 * t_{max\ i}}{5}. \quad (2)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями (формула 3):

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}. \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работы на данном этапе, чел.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным отображением графика проведения научного исследования является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой 4:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}. \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 5:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}. \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Таким образом, коэффициент календарности составляет (формула 6):

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48. \quad (6)$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в Приложении Ж в таблицу Ж.1. Предложены 2 варианта исполнения, отличие которых заключается в количестве временных затрат на выполнение некоторых работ. На основании данных расчетов для максимального по длительности исполнения работ построен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования, представленный в Приложении И в таблице И.1.

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- 1) Материальные затраты НТИ;
- 2) Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- 3) Основная заработная плата исполнителей темы;
- 4) Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- 5) Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- 6) Затраты на научные и производственные командировки;
- 7) Контрагентные расходы;
- 8) Накладные расходы.

5.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле 7:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_{\text{т}}) * \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{\text{рас } xi} \cdot \quad (7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас\ x i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента k_T , отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15 – 25 % от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ($З_m$), руб.
Радио приемник/передатчик SRX882/STX882	1	226	271,2
Arduino Nano	2	500	1000
Элемент питания INR18650PD1	1	260	260
Тактовая кнопка KLS7-TS1204-17.3- 180	4	17	68
Адаптер HLK-PM01	1	250	250

Продолжение таблицы 6

Wi – Fi модуль WeMos D1 mini	1	159	190,8
Электролитический конденсатор ЕСАР (K50-35)	1	10	10
Модуль реле JQC- 3FF-S-Z	1	145	174
Набор проводов «Папа - Папа»	1	150	150
Макетная плата WBU-202	2	240	480
Набор проводов «Папа - Мама»	1	140	140
Итого			2994

5.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ.

Так как новое оборудование не закупалось, в виду того, что все необходимое уже имеется в наличии, необходимо произвести расчет амортизации основных производственных фондов. Для расчета амортизации необходимо использовать формулу расчета линейного метода начисления амортизации основных средств (ОС), которая имеет следующий вид (формула 8):

$$A = \frac{\text{Стоимость ОС} * \text{Норма амортизации}}{100 \%}. \quad (8)$$

Расчет затрат по данной статье представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, руб.	Норма амортизации, %	Срок службы оборудования, год	Амортизация ежемесячная, руб./мес.
Компьютер	35000	10	10	542
Паяльная станция	10000	6,67	15	56
Итого в месяц				598
Итого за период исследования Исп.1 (8 месяцев)				4784
Итого за период исследования Исп.2 (9 месяцев)				5382

5.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата участников рабочей группы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, включает основную заработную плату и дополнительную (формула 9):

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}. \quad (9)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12 – 20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 10:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p. \quad (10)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 5);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 11:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d}. \quad (11)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 8).

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366

Продолжение таблицы 8

Количество нерабочих дней		
-выходные дни	104	104
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск	48	48
-невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Месячный должностной оклад работника (формула 12):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}. \quad (12)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет основной заработной платы

Испол- нители	Разряд	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, руб.	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Науч- ный руково- дитель	К.т.н	35120	0,3	0,2	1,3	68484	3561,168	23	81906,864
Студент	-	17890	0,3	0,2	1,3	34885,5	1814,046	148	268478,81
Исп.1 Итого									350385,67
Науч- ный руково- дитель	К.т.н	35120	0,3	0,2	1,3	68484	3561,168	24	85468,032
Студент	-	17890	0,3	0,2	1,3	34885,5	1814,046	181	328342,33
Исп.2 Итого									413810,36

5.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при представлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле 13:

$$З_{доп} = k_{доп} * З_{осн}. \quad (13)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет дополнительной заработной платы

Исп.	Исполнитель	$З_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.
1	Научный руководитель	81906,864	0,13	10647,89
	Студент	268478,81	0,13	34902,25
	Итого			45550,14
2	Научный руководитель	85468,032	0,13	11110,84
	Студент	328342,33	0,13	42684,5
	Итого			53795,34

5.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы 14:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}). \quad (14)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, ($Z_{\text{осн}}$), руб.		Дополнительная заработная плата ($Z_{\text{доп}}$), руб.	
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Научный руководитель	81906,864	85468,032	10647,89	11110,84
Студент	268478,81	328342,33	34902,25	42684,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3			
Итого	Исп.1		Исп.2	
	118780,744		140281,711	

5.2.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Научные и производственные командировки не планируются проводиться на данном этапе работ.

5.2.4.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы, связанные с выполнением каких-либо работ в рамках исследования сторонними организациями, не потребуются.

5.2.4.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле 15:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) * k_{\text{нр}}. \quad (15)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

При величине коэффициента накладных расходов в размере 16 %, накладные расходы составят для исп.1 $З_{\text{накл}} = 83599,13 \text{руб.}$, для исп.2 $З_{\text{накл}} = 98602,15 \text{руб.}$

5.2.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет бюджета НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
1. Материальные затраты НТИ	2994	2994	Пункт 5.2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	4784	5382	Пункт 5.2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	350385,67	413810,36	Пункт 5.2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	45550,14	53795,34	Пункт 5.2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	118780,744	140281,711	Пункт 5.2.4.5

Продолжение таблицы 12

6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	Пункт 5.2.4.6
7. Контрагентские расходы	0	0	Пункт 5.2.4.7
8. Накладные расходы	83599,13	98602,15	16 % от суммы ст. 1 – 7
9. Бюджет затрат НТИ	606093,684	714865,6	Сумма ст. 1 – 7

5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как (формула 16):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}. \quad (16)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Максимальная стоимость исполнения составляет 714865,6 руб., следовательно, интегральный финансовый показатель разработки для первого и второго исполнения составляет (формулы 17 и 18):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{606093,684}{714865,6} = 0,85. \quad (17)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{714865,6}{714865,6} = 1. \quad (18)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом (формула 19):

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i. \quad (19)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения работ

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5
3. Помехоустойчивость	0,15	4	4
4. Энергосбережение	0,2	5	5
5. Надежность	0,25	4	5
6. Материалоемкость	0,15	4	5
ИТОГО	1		

Таким образом, показатель ресурсоэффективности равен (формулы 20 и 21):

$$I_{p-исп1} = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 4 * 0,25 + 4 * 0,15 =$$

$$= 4,85. \quad (20)$$

$$I_{p-исп2} = 4 * 0,1 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 5 * 0,2 + 5 * 0,25 + 5 * 0,15 =$$

$$= 4,75. \quad (21)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формулам 22 и 23:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} = \frac{4,85}{0,85} = 5,7. \quad (22)$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{4,75}{1} = 4,75. \quad (23)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле 24:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}. \quad (24)$$

Тогда для 1 и 2 исполнений сравнительная эффективность равна (формулы 25 и 26):

$$\mathcal{E}_{ср1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{5,7}{4,75} = 1,2. \quad (25)$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{4,75}{5,7} = 0,83. \quad (26)$$

Сравнение эффективности разработок представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,75
3	Интегральный показатель эффективности	5,7	4,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	0,83

В ходе по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен сравнительный анализ двух вариантов исполнения научно-исследовательской работы. Бюджет первого исполнения составил 606093,684 руб., а второго – 714865,6 руб. Исходя из сравнительной оценки эффективности и полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее эффективным вариантом исполнения научно-исследовательской работы является 1 вариант, в котором уменьшено количество времени для этапов разработки устройства дистанционного управления освещением.

6 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку устройства дистанционного управления светом, что позволит облегчить обслуживание пожилым людям и людям с ограниченными возможностями.

Данное устройство может применяться для системы управления освещением как в различных помещениях, так и на участках территории.

Разработка устройства предполагает проектирование, программирование, монтаж макета устройства.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197–ФЗ работник аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ имеет право на:

- а) рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- б) обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- в) получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- г) отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за

исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

д) обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

е) внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [15].

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 12.2.032-78.

Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем – не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 725 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работы на рабочем месте [16].

Рабочее место сотрудника аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

6.2 Производственная безопасность

Разрабатываемое устройство подразумевает использование ПК и паяльной станции. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проектировании, разработке программной части устройства и изготовления макета, а также требования по организации рабочего места.

6.2.1 Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

При выборе потенциально возможных вредных и опасных факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Факторы сформулированы и представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Потенциально возможные вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Повышенный уровень шума	+	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562-96
Освещенность	+	+	+	СП 52.13330.2016, СанПиН 1.2.3685-21
Микроклимат	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21

Продолжение таблицы 15

Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего: плохое самочувствие, потеря концентрации внимания работниками, умственное перенапряжение, стереотипные рабочие движения, рабочая поза	+	+		ГОСТ 12.0.003-2015
Наличие вредных веществ		+		ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.007-76
Поражение электрическим током		+	+	ГОСТ 12.1.019-2017
Короткое замыкание		+	+	ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82
Статическое электричество		+	+	ГОСТ 12.1.045-84
Термические ожоги		+		ТИ Р М-075-2003

6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

1. Повышенный уровень шума

При работе с ПК в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 уровень шума в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, не превышает 50 дБА и соответствует допускам СОУТ ТПУ 2019 [17] на основании технической документации оборудования, которое и воспроизводит шум.

2. Факторы, порождаемые психическими и физиологическими свойствами и особенностями человеческого организма и личности работающего: плохое самочувствие, потеря концентрации внимания работниками, умственное перенапряжение, стереотипные рабочие движения, рабочая поза

При первых симптомах психического перенапряжения необходимо:

- Дать нервной системе расслабиться;
- Рационально чередовать периоды отдыха и работы, с помощью регламентированных перерывов;
- Начать заниматься спортом;
- Ложиться спать в одно и то же время;
- В тяжелых случаях обратиться к врачу.

При работе за ПК необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха, для исключения перенапряжения зрительного аппарата.

Для снижения психофизических факторов назначены короткие дополнительные перерывы для отдыха работника, перерывы на гимнастику.

3. Освещенность

Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, оборудованной ПК, также является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда.

В аудитории 107а, 4 корпус ТПУ, имеется естественное (боковое одностороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы мониторы ПК были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [18].

Для рабочего места в паяльной станцией необходимо местное освещение со светильниками с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящие элементы не попадали в поле зрения работников. Устройство для крепления светильников местного освещения должно обеспечивать фиксацию светильника во всех необходимых положениях. Подводка электропроводов к светильнику должна находиться внутри устройства. Открытая проводка не допускается [19].

Согласно СП 52.13330.2016 освещение в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, соответствует предъявляемым требованиям.

4. Микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 107а, 4 корпус ТПУ, независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха.

Аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ, является помещением Iб категории. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений согласно СанПиН 1.2.3685-21 представлены в таблице 16 [20].

Таблица 16 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений категории Iб

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздушных масс, м/с
Холодный	21-23	21-25	40-60	0,1
Теплый	22-24	22-26	40-60	0,1

По вышеперечисленным требованиям аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ, соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21, так как поддерживаются данные температуры воздуха и поверхностей, относительная влажность и скорость движения воздушных масс.

5. Наличие вредных веществ

При сборке макета устройства предусмотрены паяльные работы с использованием флюса и припоя, при их использовании выделяются вредные вещества, тип которых определяется типом и марками используемых флюса и припоя. В таблице 17 представлены значения ПДК, выделяющихся при паяльных работах вредных веществ в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [21].

Таблица 17 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ

	Вещества (составы)	Класс опасности	ПДК в воздухе, мг/м ³
Припой	ПОС-61	1	0,01
Компоненты флюса	Бензин	4	100
	Этилацетат	4	200
Газы	Окись углерода	4	20
	Окись азота	2	5
	Углеводороды	4	300

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ, проветривается и оборудована специальной вытяжкой, включаемой при проведении паяльных работ, следовательно, соответствует требованиям ГОСТ 12.1.005-88.

6. Поражение электрическим током

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещается рабочее место с ПК и паяльной станцией в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением и занулением.

Одним из опасных факторов при использовании электрических приборов является короткое замыкание (КЗ). Оно может возникнуть из-за повреждения изоляции токоведущих частей. Ток короткого замыкания во много раз превышает ток при нормальной работе оборудования.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия [22]:

- а) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- б) проведение инструктажей и допуск к работе;
- в) надзор во время работы.

Основными непосредственными причинами электротравматизма являются:

- а) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- б) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящихся под напряжением;
- в) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- г) поражение шаговым напряжением и др.

Для защиты от воздействий статического электричества на рабочем месте используются следующие методы: влажная уборка; использование

увлажнителей воздуха; защитное заземление; применение средств индивидуальной защиты, таких как антистатические спреи и браслеты.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

По опасности поражения электрическим током аудитория 107а, 4 корпуса ТПУ, относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с оптимальной температурой и влажностью) [23].

Таким образом, разработанные мероприятия обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ.

7. Термические ожоги

Воздействие данного фактора на человека может быть выражено возникновением ожогов до 4 степени тяжести.

Согласно ТИ Р М-075-2003, к выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда и пожарной безопасности, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

Работники, занятые пайкой паяльником, обеспечиваются средствами индивидуальной защиты.

В аудитории 107а, 4 корпуса ТПУ, в рабочей зоне с паяльной станцией присутствует местная вытяжная вентиляция, дополнительное искусственное освещение, а также приборы, позволяющие закреплять или держать элементы, предназначенные для пайки, что ограничивает возможность контакта поверхности кожи человека с нагретыми элементами конструкции печатного узла.

6.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

6.3.1 Анализ влияния процесса сборки на окружающую среду

При производстве разрабатываемого устройства в процессе пайки присутствует загрязнение воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ.

Для уменьшения последствий загрязнения воздуха используют систему вентиляции с регулярной очисткой от флюса, загрязненного свинца.

6.3.2 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Большинство электронной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012. Устройство, вышедшее из эксплуатации, должно пройти следующие стадии: сбор, хранение, транспортирование и разборка ОЭЭО (отработавшее электротехническое и электронное оборудование) [24].

Люминесцентные лампы утилизируются согласно ГОСТ Р 52105-2003 [25]. Данные лампы, применяемые для искусственного освещения, являются ртутьсодержащими и относятся к 1 классу опасности. Их нужно сдавать на предприятия для переработки и утилизации.

6.3.3 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка схемы проектируемого устройства.

Макулатура утилизируется согласно ГОСТ Р 55090-2012 [26].

К основным мероприятиям по регулированию в области обращения с отходами и утилизации макулатуры относят:

1. Обеспечение производителями и потребителями эффективных мер для надлежащего использования расходов необходимых для предотвращения неблагоприятного экологического воздействия при производстве бумаги и утилизации макулатуры;

2. Стимулирование роста переработки большей части макулатуры, которая составляет значительную долю (от 25 до 50 процентов) твердых бытовых отходов, в бумажную продукцию с учетом того, что производство бумаги и картона с использованием переработанных волокон, как правило, является менее энергозатратным и более чистым с экологической точки зрения чем аналогичное посредством переработки целлюлозы.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном подразделе описан краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого устройства согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [27].

Так как объект исследования представляет из себя устройство дистанционного управления светом, который осуществлен при помощи паяльной станции, то наиболее вероятной ЧС в данном случае является пожар в аудитории с используемой паяльной станцией в период сборки устройства.

Основные источники возникновения пожара:

- а) неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим

причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования;

б) электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов;

в) перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке [28].

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

а) обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);

б) пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

в) обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования) [29].

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [30].

В корпусе 4 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. При возникновение пожара немедленно сообщить по телефону «01», «101» или «112» в пожарную охрану. Далее необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

Заключение

Результатом разработки является готовое устройство дистанционного управления освещением. Поставленные задачи в ходе разработки и проектирования были полностью решены.

Себестоимость предварительного устройства составляет менее трех тысяч рублей, что меньше доступных аналогов на рынке.

Перспективность изготовления устройства дистанционного управления освещением очень высока, так как устройство очень просто в использовании, не требует больших затрат на поддержание и на обслуживание.

Основную часть времени микроконтроллер пульта находится в спящем режиме, что позволяет минимизировать ток потребления, следовательно, малое потребление мощности и напряжения, что значительно снижает затраты на электроэнергию.

Список используемых источников

1. Умный WiFi выключатель света. – Текст: электронный // habr.com: сайт о разработке Wi-Fi выключателей света. – 2016. – URL: <https://habr.com/ru/post/393497/> (дата обращения: 16.10.2020).
2. ИК приемник своими руками обучаемый. ИК дистанционное управление. – Текст: электронный // polarize.ru: сайт о разработке ИК приемника. – 2021. – URL: <https://polarize.ru/programmy/ik-priemnik-svoimi-rukami-obuchaemyi-ik-distancionnoe-upravlenie-kak-sobrat/> (дата обращения: 10.11.2020).
3. Жилин Н.С., Лиманова Н.И. Разработка интегрированной системы управления объектом «Умный дом». – Текст: непосредственный // Science and technology innovations. – 2020. – С. 118-120.
4. Манилкин А.А. и др. Система управления «Умный дом» на базе программно-аппаратной платформы Arduino. – Текст: непосредственный.
5. Патент № RU 2678690 C2, Российская Федерация, H05B 37/02 (2006.01). Управление системой освещения: № 2016110422: заявл. 23.07.2014: опубл. 31.01.2019 / Кумар С.Ш., Пандхарипанде А.В. – Текст: непосредственный.
6. Дистанционное управление светом при помощи радиовыключателя. – Текст: электронный // podvi.ru: сайт о разработке дистанционного управления светом с помощью радиовыключателя. – 2016. – URL: <http://podvi.ru/elektrobytovye-pribory/radiovyklyuchatel-sveta.html> (дата обращения: 02.12.2020).
7. STX882 – SRX882, передатчик и приемник 433 МГц. – Текст: электронный // avrobot.ru: сайт электронных компонентов. – 2021. – URL: http://www.avrobot.ru/product_info.php?products_id=3825 (дата обращения: 10.05.2021).

8. Плата Arduino Nano v 3.3: распиновка, схемы, драйвер. – Текст: электронный // arduinomaster.ru: сайт о плате Arduino Nano. – 2018. – URL: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/> (дата обращения: 16.02.2021).

9. В чем разница 18650 – аккумуляторов по маркировке и химии. – Текст: электронный // neovolt.ru: сайт об аккумуляторах 18650. – 2020. – URL: https://neovolt.ru/blog/957_18650-imr-icr-inr-ifr-nca (дата обращения: 10.05.2021).

10. Кнопка тактовая KLS7-TS1204-7.3-180. – Текст: электронный // «Чип и Дип» - Приборы, Радиодетали и Электронные компоненты: официальный сайт – 2021ю – URL: <https://www.chipdip.ru/product/cls7-ts1204-h1-180-tc-12et> (дата обращения: 10.05.2021).

11. Datasheet HLK-PM01. – Текст: электронный // datasheetpdf.com: сайт с datasheets на HLK-PM01. – 2021. – URL: <https://datasheetpdf.com/pdf-file/1247406/Hi-Link/HLK-PM01/1> (дата обращения: 16.02.2021).

12. Wi-Fi модуль Wemos D1. – Текст: электронный // duino.ru: сайт о Wi-Fi модуле Wemos D1. – 2020. – URL: <https://duino.ru/Wemos-D1-mini.html> (дата обращения: 23.05.2021)

13. 4-канальный релейный модуль 5 В. – Текст: электронный // aliexpress.ru: каталог электронных компонентов. – 2021. – URL: https://aliexpress.ru/item/32500961347.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.788b2f971Bct5j&algo_pvid=a3d64d5a-a1a8-47b8-bdb3-14bd2c5027eb&algo_expid=a3d64d5a-a1a8-47b8-bdb3-14bd2c5027eb-20&btsid=0b8b036a16223814913775008e0879&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_&sku_id=58974667454 (дата обращения: 10.05.2021).

14. MQTT. – Текст: электронный // ru.wikipedia.org: свободная энциклопедия. – 2020. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MQTT> (дата обращения: 25.05.2021). – Текст: электронный.

15. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 30

апреля 2021 года) (редакция, действующая с 1 мая 2021 года): Федеральный закон № 197-ФЗ: [принят Государственной думой 30 декабря 2001 года]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

16. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

17. Сводная ведомость результатов проведения специальной оценки условий труда. – Текст: электронный // Национальный исследовательский Томский политехнический университет: официальный сайт. – 2019ю – URL: https://portal.tpu.ru/departments/otdel/oot/Tab1/Tab1/svod_2019_sokr.pdf (дата обращения: 24.05.2021).

18. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение: дата введения 1996-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001026> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

19. ТИ Р М-075-2003. Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником: официальное издание: введены в действие 01.12.03. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901899291> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

20. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 28.01.2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

21. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны: дата введения 1989-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

22. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

23. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление: дата введения 1982-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200289> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

24. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104723> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

25. ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения: дата введения 2004-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032452> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

26. ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги: дата введения 2014-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103182> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

27. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения: дата введения 2017-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

28. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст:

электронный.

29. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: дата введения 2021-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

30. НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях: дата введения 20.06.2003. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866573> (дата обращения: 24.05.2021). – Текст: электронный.

Приложение Ж
(обязательное)

Временные показатели проведения научного исследования

Таблица Ж.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Составление и утверждение темы проекта	2	2	7	7	4	4	2	2	2	2	3	3
Постановка целей и задач	5	5	7	7	5,8	5,8	2	2	2,9	2,9	5	5
Подбор и изучение материалов по теме	15	20	25	30	19	24	1	1	19	24	29	36

Продолжение таблицы Ж.1

Календарное планирование работ по теме	5	5	7	7	5,8	5,8	2	2	2,9	2,9	5	5
Разработка схем электрических принципиальных	30	30	40	60	34	42	1	1	34	42	51	63
Подбор компонентов	10	10	14	14	11,6	11,6	1	1	11,6	11,6	18	18
Написание программного кода устройства	41	61	55	77	46,6	67,4	1	1	46,6	67,4	69	100
Построение макетов и проведение экспериментов	20	20	25	30	22	24	2	2	11	12	17	18
Оценка эффективности полученных результатов	7	7	10	10	8,2	8,2	2	2	4,1	4,1	7	7

Продолжение таблицы Ж.1

Составление пояснительной записки к работе	15	10	10	15	13	12	1	1	13	12	20	18
Итого											224	255


Приложение И
(обязательное)

Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица И.1 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																										
				сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель, студент	3																											
2	Постановка целей и задач	Научный руководитель, студент	5																											
3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	36																											
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, студент	5																											
5	Разработка схем электрических принципиальных	Студент	63																											
6	Подбор компонентов	Студент	18																											
7	Написание программного кода устройства	Студент	100																											
8	Построение макетов и проведение экспериментов	Научный руководитель, студент	18																											
9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, студент	7																											
10	Составление пояснительной записки к работе	Студент	20																											

 - научный руководитель и студент;

 - студент.